

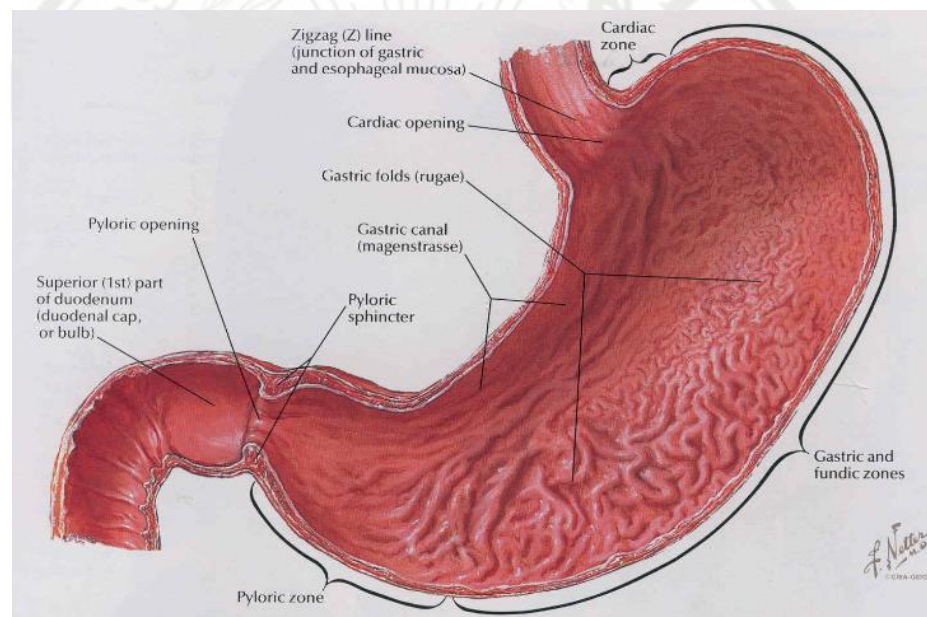
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gaster Manusia

2.1.1 Anatomi Gaster

Gaster adalah organ berbentuk kantong mirip huruf J yang terletak diantara esofagus dan usus halus dibagian superior sinistra rongga abdomen dan inferior diafragma. Ukuran gaster setiap individu bervariasi dengan kapasitas normal gaster yaitu 1 sampai 2 liter (Sylvia A. Price, 2010).

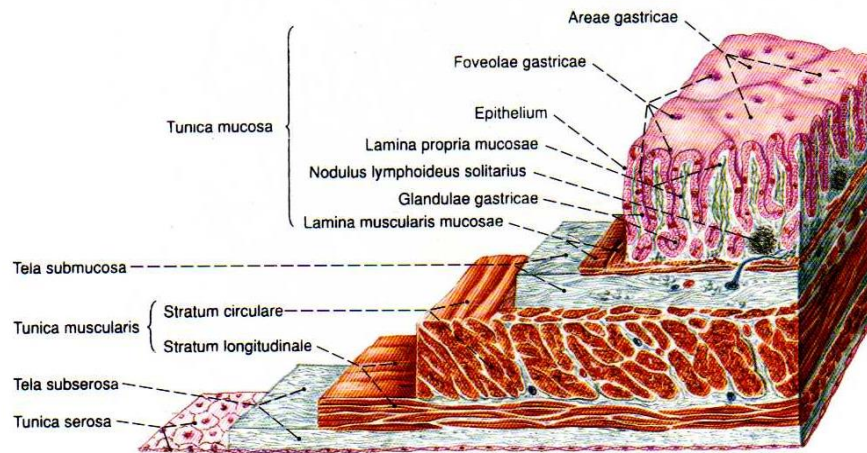


(Atlas Netter, 2014)

Gambar 2.1
Anatomi Gaster

Secara anatomi gaster terdiri dari kardia, fundus, korpus dan pilorus. Kardia adalah bagian leher gaster yaitu pertengahan antara esofagus dengan korpus. Fundus adalah bagian atas gaster. Korpus adalah bagian tengah gaster dan pilorus adalah bagian akhir gaster. Gaster memiliki dinding anterior dan

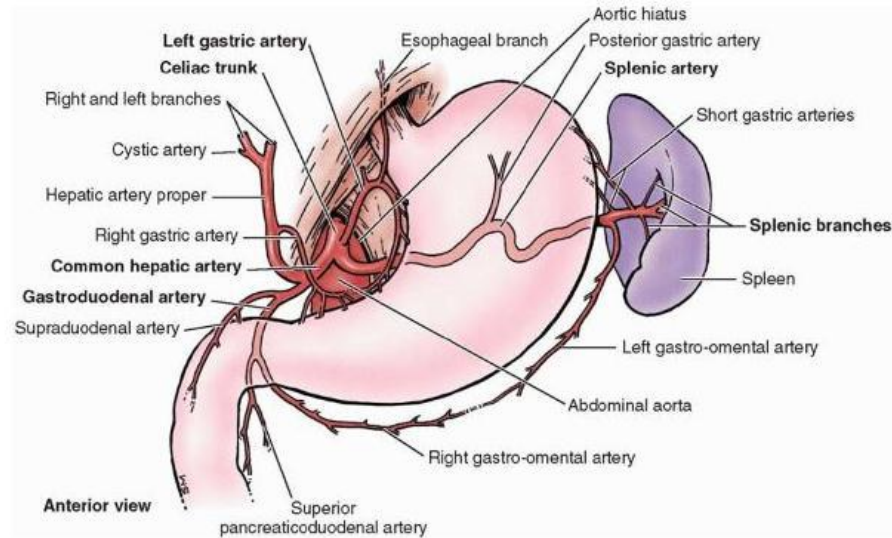
posterior dengan curvatura minor terletak di sisi kanan, sedangkan curvatura major di sisi kiri (Lauralee Sherwood, 2010).



(Paulsen dan Waschke, 2010)

Gambar 2.2
Lapisan Dinding Gaster

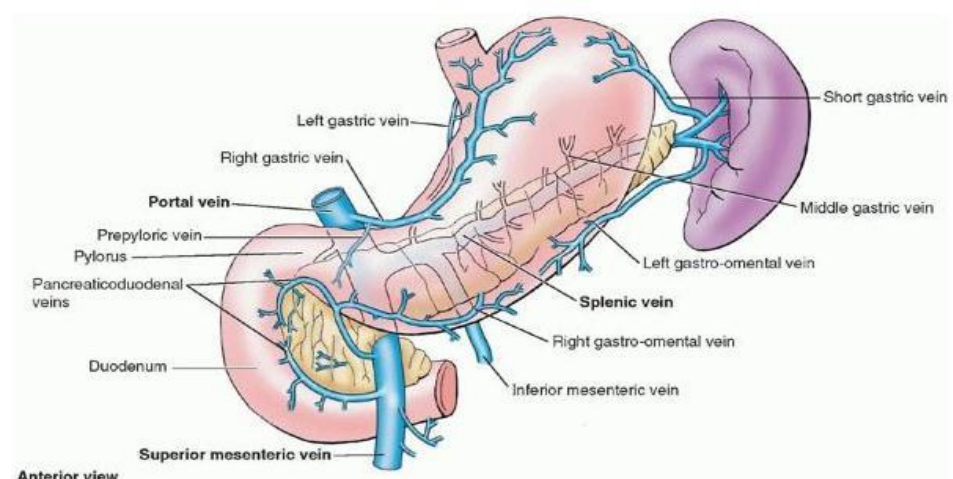
Dinding gaster terdiri atas tiga tunika muskularis namun tidak ditemukan secara konsisten di semua regio gaster. Lapisan longitudinal eksterna berbatasan dengan lapisan sirkular. Sedangkan lapisan yang paling dalam terdiri atas serat otot oblik yang semakin menghilang menuju curvatura minor. Selain tunika muskularis dinding gaster juga terdapat tunika mucosa yang dipisahkan dari lapisan tunica muscularis oleh lapisan tela submucosa. Gaster adalah organ intraperitoneal yang permukaan luarnya ditutupi oleh peritoneum viscerale sehingga membentuk tunika serosa (Paulsen dan Waschke, 2010).



(Moore *et al.*, 2014)

Gambar 2.3
Pembuluh Darah Arteri Gaster

Vaskularisasi gaster berasal dari arteri gastrica sinistra yang berasal dari truncus coeliacus, arteri gastric dekstra yang merupakan cabang dari arteri hepatica, arteri gastroepiploica cabang dari arteri gastricaduodenalis, arteri gastroepiploica cabang dari arteri gastricaduodenalis, arteri gastromentalis cabang dari arteri splenica, dan arteri gastrica breves cabang dari distal arteri splenica (Paulsen dan Waschke, 2010).



(Moore *et al.*, 2014)

Gambar 2.4
Pembuluh Darah Vena Gaster

Vena-vena gaster mengikuti arteri-arteri yang sesuai dengan letak dan lintasan. Vena gastrica dekstra dan vena-vena gastrica sinistra membawa darah kembali ke dalam vena porta hepatis. Vena gastrica breves dan vena gastromentalis membawa isinya ke vena splenica yang bersatu dengan vena mesentrika superior untuk membentuk vena porta hepatis. Vena gastromentalis dekstra bermuara dalam vena mesentrika superior (Paulsen dan Waschke, 2010).

Persarafan gaster sepenuhnya berasal dari system saraf otonom. Suplai saraf parasimpatis untuk gaster dihantarkan ke dan dari abdomen melalui saraf vagus. Traktus vagus mencabangkakan ramus gastrika, pilorika, hepatica dan seliaka. Persarafan simpatis melalui saraf splanchnicus major dan ganglia seliaka. Serabut-serabut aferen menghantarkan implus nyeri yang dirangsang oleh peregangan, kontraksi otot, serta peradangan dan dirasakan di daerah epigastrium sinistra. Serabut-serabut eferen simpatis menghambat motilitas dan sekresi gaster. *Pleksus saraf mienterikus* (Auerbach) dan *submukosa* (Meissner) membentuk persarafan intrinsik dinding gaster dan mengoordinasi aktivitas motorik dan sekresi mukosa lambung (Sylvia A. Price, 2010).

2.1.2 Fisiologi Gaster

2.1.2.1 Sekresi Asam Gaster

Mukosa gaster memiliki dua tipe kelenjar tubular yang penting; kelenjar oksintik (kelenjar gastrik) dan kelenjar pilorik. Kelenjar oksintik (pembentuk asam) menyekresi asam hidroklorida, pepsinogen, faktor intrinsik, dan mukus. Kelenjar pilorik terutama menyekresi

mukus untuk melindungi mukosa gaster. Kelenjar oksintik terletak pada fundus dan korpus, sedangkan kelenjar pilorik terletak pada antrum dan pilorus (Guyton dan Hall, 2012).

Jika dirangsang, sel parietal akan menyekresi larutan asam yang mengandung sekitar 160 milimol asam HCl per liter dengan pH rata-rata 0,8 yang menunjukkan keasaman ekstrem. Mekanisme kimiawi pembentukan asam HCl ini melalui beberapa langkah. Transpor ion kompleks akan mengakibatkan kalium klorida dan natrium klorida masuk ke dalam kanalikulus. Air berdisosiasi menjadi ion-ion hidrogen dan ion-ion hidroksil dalam sitoplasma sel. Ion hidrogen secara aktif diekskresikan ke dalam kanalikulus. Ion natrium dan kalium yang telah berdifusi ke dalam kanalikulus akan direabsorpsi sitoplasma sel. Ion hidrogen dan ion klorida dalam kanalikulus akan membentuk larutan asam HCl lalu disekresikan ke dalam lumen kelenjar lewat ujung kanalikulus yang terbuka (Guyton dan Hall, 2012).

Sekresi asam gaster berada dalam pengaturan secara terus-menerus oleh sinyal endokrin dan saraf. Sel parietal berhubungan erat dengan sel ECL (*Enhanced Cheiluminscen*) yang menyekresi histamin. Kecepatan pembentukan dan sekresi asam HCl berhubungan secara langsung dengan jumlah histamin yang disekresi sel ECL. Sekresi histamin itu sendiri dirangsang oleh hormon gastrin. Selain itu juga dapat dirangsang oleh aktivasi sistem saraf parasimpatis. Gastrin merupakan suatu polipeptida besar yang dapat dirangsang sekresinya oleh makanan yang mengandung protein ketika mencapai ujung antrum

gaster, sehingga gastrin segera dilepaskan ke dalam getah pencernaan gaster. Getah gaster dengan cepat membawa gastrin ke sel ECL lalu histamin akan disekresikan. Histamin kemudian dengan segera merangsang sekresi asam HCl gaster.

2.1.2.2 Sekresi Mukus

Seluruh permukaan mukosa gaster memiliki lapisan sel-sel mukus permukaan. Sel-sel tersebut menyekresikan banyak mukus kental yang melapisi gaster dengan suatu lapisan gel mukus dengan ketebalan lebih dari 1 milimeter sehingga menjadi proteksi utama bagi dinding gaster (Guyton dan Hall, 2012).

Mukus gaster memiliki karakteristik alkalis. Dinding normal gaster akan tidak secara langsung terpapar dengan sekresi gaster yang sangat asam dan proteolitik. Kontak yang ringan atau iritasi mukosa apapun, secara langsung merangsang sel-sel mukus permukaan untuk menyekresikan mukus tambahan yang lengket, alkalis, dan kental (Guyton dan Hall, 2010).

2.1.2.3 Sawar Gaster

Gambaran spesifik dari mukosa gaster adalah sel-sel mukosa resisten yang melapisi dinding gaster menyekresikan mukus yang kental dan lengket serta mukosa gaster yang memiliki *tight junction* antara sel-sel epitel. Kedua hal ini disebut sawar gaster.

Di samping dua hal tersebut diatas, ternyata Prostaglandin (PG) yang dihasilkan mukosa gaster mempunyai peranan penting dalam ketahanan mukosa (efek sitoprotektif). Peranan PG tersebut antara lain

meningkatkan sekresi mukus dan bikarbonat, mempertahankan pompa natrium, stabilisasi membran sel, dan meningkatkan aliran darah mukosa. Komponen lain yang akan memelihara ketahanan mukosa adalah *epidermal growth factor* (EGF) dan *transforming growth factor alpha* (TGF- α). Kedua peptida ini pada gaster akan meningkatkan produksi mukus dan menghambat produksi asam (Phillipson, *et al.*, 2008).

Tabel 2.1 Lambung manusia dan Hewan Coba

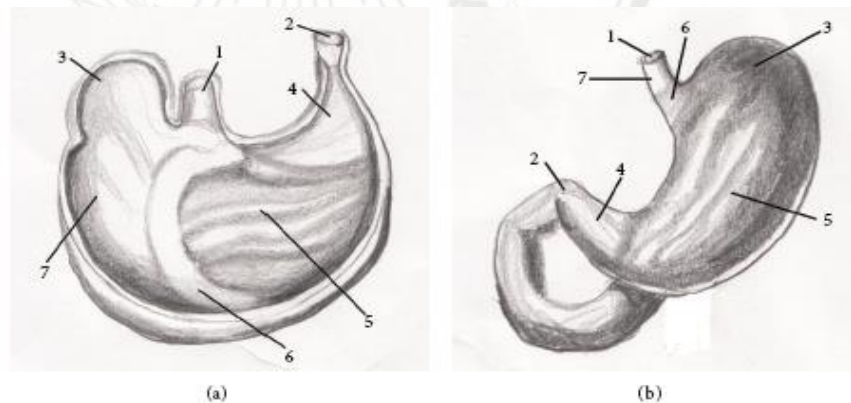
	Manusia (Sudoyo, 2009)	Tikus (Hedrich,J,2012)	Mencit (Hedrich,J,2012)
Anatomi bagian lambung	Cardia, Fundus, corpus, pylorus	Cardia, Fundus, corpus, pylorus	Cardia, Fundus, corpus, pylorus
Lapisan lambung	Mukosa, submukosa, Muskularis, serosa	Mukosa, submukosa, Muskularis, serosa	Mukosa, submukosa, Muskularis, serosa
Kelenjar	Cardia, Pylorus, Fundus	Cardia, pylorus, fundus	Cardia, pylorus, fundus
Kategori Jenis makanan	Omnivora	Omnivora	Omnivora
Kapasitas lambung	± 1 L	5 ml	1 ml

2.2 Gaster Tikus

2.2.1. Anatomi Gaster Tikus

Gaster tikus terletak di bagian kiri rongga abdomen, di vertebrae thorakalis akhir dan vertebrae lumbar pertama, dibagian dorsal hati mengarah transversal. Lambung tikus berbentuk semilunar dengan berat 3,90-8,50 gr, dengan presentasi 1,8 % dari berat badan total tikus. Bagian sisi kiri lambung merupakan *pars cardiaca* dan sisi kanannya *pars*

pylorica. Terdapat dua bagian lambung yaitu bagian *cranial* merupakan *fasies parietalis* yang berhubungan langsung dengan diafragma dan dinding abdomen sebelah kiri. Bagian *parietal* ditutupi oleh lobus sebelah kiri dari liver. Pada bagian *caudal* merupakan *facies viseralis* yang menempel pada intestine. *Omentum majus* memisahkan jejunum dan sekum dari *facies viseralis* gaster. Dua bagian ini bergabung di *curvatura major* dan *minor*. *Curvature major* mengarah ke *caudoventral*. Esofagus masuk di tengah-tengah dari *curvature minor* yang mengarah ke *craniodorsal*. Gaster tikus memiliki *fundus ventriculi* yang membentuk *saccus cecus ventriculi* disisi *craniodorsal* dekat dengan *pars cardiaca*. Diantara gaster dan dinding abdomen terdapat lapisan adiposa yang berkontribusi tergantung dengan jenis kelamin menjadi *mesorchium*, *mesovarium* dan *mesometrium*. Gaster tikus menempel dengan lapisan visceral pada liver melalui ligamen hipogastrik (Katarina V et al, 2015).



1:pars cardiaca, 2:pars pylorica, 3:fundus ventriculi, 4: glandulae pyloricae, 5:glandulae gastricae propriae, 6:glandulae cardiae, 7:pars nonglandularis, (a) gaster tikus (facies viseralis), dan (b) gaster manusia (tampak anterior) (Katarina V et al, 2015).

Gambar 2.5
Anatomi gaster tikus

2.3 Aspirin

Aspirin atau asam asetilsalisilat (asetosal) adalah sejenis obat turunan dari salisilat yang merupakan salah satu jenis *nonsteroidal anti-inflammatory drugs* atau NSAID yang banyak digunakan pada pengobatan nyeri ringan sampai sedang (Katzung, 2011).

Efek farmakologi aspirin antara lain analgesik (melawan sakit dan nyeri), antipiretik (menurunkan demam), anti inflamasi serta anti koagulan. Aspirin juga merupakan salah satu obat yang paling sering digunakan di dunia. Karena aspirin dijual secara bebas dan tersebar luas di masyarakat untuk pengobatan sendiri, maka kemungkinan untuk terjadi keracunan aspirin akan lebih besar. Overdosis aspirin dapat terjadi secara akut maupun kronik (Katzung, 2011). Data dari National Health Interview Survey (NHIS) yang diteliti dari tahun 2005 hingga 2010 terjadi peningkatan sebanyak 57 % penggunaan rutin aspirin di Amerika Serikat mulai dari usia 18 tahun hingga usia tua (Zhou Y 2014).

Mekanisme kerja NSAID berhubungan dengan sistem biosintesis prostaglandin (PG) mulai dilaporkan pada tahun 1971 oleh Vane dkk yang memperlihatkan secara *in vitro* bahwa dosis rendah aspirin dan indometasin menghambat produksi enzimatis PG (Freddy.P W *et al*, 2008). Mekanisme kerja tambahan mungkin saja dapat dimiliki, seperti inhibisi kemotaksis, penekanan produksi interleukin-1, dan mengganggu proses intrasel yang diperantarai oleh kalsium (Katzung, Masters, dan Trevor, 2014).

NSAID bekerja menghambat enzim *Cyclooxygenase* (COX) sehingga konversi asam arakidonat menjadi PGG₂ terganggu. Enzim COX terdapat dalam dua isoform disebut COX-1 dan COX 2. Secara garis besar COX-1 esensial dalam pemeliharaan berbagai fungsi dalam kondisi normal jaringan khususnya ginjal, saluran cerna dan trombosit. Aspirin 166 kali lebih kuat menghambat COX-1 dari pada COX-2. Dimana COX-1 menghasilkan prostasiklin yang bersifat sitoproteksit di mukosa lambung (Freddy. P, 2008).

Patofisiologi utama kerusakan gaster akibat NSAID adalah disrupti fisiokimia pertahanan mukosa gaster dan inhibisi sistemik terhadap pelindung mukosa gaster melalui inhibisi aktivitas *Cyclooxygenase* (COX) mukosa gaster dan iritasi topikal (Wallace dan Vong, 2008). Aspirin secara ireversibel menghambat COX sedemikian sehingga efek aspirin menetap 8-10 hari. Selain menghambat COX dan penurunan produksi prostaglandin, NSAID menyebabkan kerusakan mukosa melalui ROS dihasilkan oleh pemanggilan leukosit. ROS dimediasi oleh kerusakan mitokondria serta lipid, protein, dan oksidasi DNA yang menyebabkan apoptosis dan cedera mukosa. (Suzuki, Inoue, dan Ra, 2010).

Berdasarkan hasil penelitian dalam jurnal *Effect of probiotics on aspirin-induced gastric mucosal lesion* didapatkan peningkatan *Malondialdehyde* (MDA) yang signifikan yaitu ($p < 0,001$) setelah diinduksi aspirin (Senol A, 2011).

2.4 Rebamipide

Rebamipide adalah analog asamamino dari 2(1H)- *quinolinone*. Rebamipide diperkenalkan dan digunakan sejak tahun 1980 untuk pengobatan gastritis erosif dan ulkus peptikum. Obat ini bekerja dengan menurunkan radikal oksigen, meningkatkan aliran darah, dan meningkatkan produksi prostaglandin pelindung dimukosa yang mempercepat proses penyembuhan. Rebamipide menjadi obat baru dan efektif sebagai obat dermatologis untuk pengobatan ulkus aphthous yaitu ulkus pada mulut dan rongga mulut, serta penyakit terkaitnya (Kudur, 2013).

Mekanisme kerja dari rebamipide adalah dengan pelestarian sel yang ada dan penggantian jaringan yang hilang. Aksi pelestarian sel yang ada terjadi melalui peningkatan konsentrasi PGE_2 dan PGI_2 , penurunan dehidrogenase 15-hydroxyprostaglandin, peningkatan aliran darah mukosa melalui peningkatan nitrat aktivitas sintase oksida, penurunan ekspresi molekul adhesi neutrofil (CD11b /CD18), penghambatan sekresi $\text{TNF-}\alpha$ dengan menghambat sintesis inflamasi E-selectin dan memiliki efek radikal bebas pada spesies oksigen reaktif. Rebamipide membantu dalam penggantian jaringan yang hilang dengan meningkatkan ekspresi faktor pertumbuhan epidermal (EGF) dan reseptor EGF. EGF ini menyebabkan angiogenesis, peningkatan produksi jaringan granulasi, kolagen, dan epitelialisasi penyembuhan ulkus (Tanigawa, 2011).

Pasien yang menggunakan rebamipide mungkin mengalami efek samping yang tidak diinginkan seperti: sembelit, diare, mual, pruritus, dan kesulitan bernapas (Park, *et al.*, 2007).

2.5 *Aloe vera*

2.5.1 Taksonomi dan Tata Nama Botani

Berdasarkan penggolongan tata nama botani, lidah buaya termasuk dalam klasifikasi sebagai berikut (Grace, *et al.*, 2011).



(Badan POM RI, 2008)

Gambar 2.6
Aloe vera

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Subkingdom	: <i>Viridiplantae</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Superorder	: <i>Liliana</i>
Famili	: <i>Xanthorrhoeaceae</i>
Genu	: <i>Aloe L.</i>
Species	: <i>Aloe vera</i> (sinonim <i>Aloe barbadensis miller</i>)

2.5.2 Deskripsi Morfologi Lidah Buaya

Nama botani dari Aloe vera adalah Aloe barbadensis miller. Aloe merupakan tanaman semak atau *arborescens*, dapat bertahan tahunan, xerofitik, sukulen, dan berwarna hijau. Aloe vera dapat tumbuh terutama di daerah kering seperti: Afrika, Asia, Eropa dan Amerika (Surjushe, Vasani, dan Saple, 2008).

Tanaman ini memiliki daun segitiga berdaging dengan tepi bergerigi, bunga tabung kuning dan buah-buahan yang mengandung banyak biji. Setiap daun terdiri dari tiga lapisan: 1) Sebuah gel yang jelas dalam yang mengandung 99% air dan sisanya terbuat dari glucomannans, asam amino, lipid, sterol dan vitamin. 2) Lapisan tengah lateks yang merupakan getah kuning pahit dan mengandung antrakuinon dan glikosida. 3) Lapisan tebal luar 15-20 sel yang disebut sebagai kulit yang memiliki fungsi pelindung dan mensintesis karbohidrat dan protein (Surjushe, Vasani, dan Saple, 2008).

Tabel 2.2 Bagian-bagian *Aloe vera*

Bagian-bagian	<i>Aloe vera</i>
Batang	Tidak terlihat jelas
Bentuk daun	Lebar di bagian bawah, dengan pelepah bagian atas
Lebar daun	cembung
Lapisan lilin pada	6 – 13 cm
Daun	Tebal
Duri	Di bagian pinggir daun
Tinggi bunga (mm)	25 – 30 (tinggi tangkai bunga 60-100 cm)
Warna bunga	Kuning

(Furnawanthi, 2007).

Tabel 2.3 Perbandingan Kandungan dan Manfaat pada Gel, Lateks dan Kulit *Aloe vera*

	Gel (Hammam, 2008)	Lateks (Grindlay <i>et al</i> , 1986)	Kulit (Noreen <i>et al</i> , 2010)
Definisi	Lapisan dalam yang diperoleh dengan cara menyayat bagian dalam daun setelah lateks dikeluarkan	Lapisan tengah yang merupakan getah berwarna kuning kental, dan rasanya Pahit	Lapisan luar
Senyawa yang terkandung	Glucomannan Gliberelin	Glikosida (antraglikosida) yang merupakan derivat antrakuinon seperti aloin	Alkaloid Flavonoid
Manfaat	Mencegah radang, penyembuhan luka	digunakan sebagai obat pencahar	Antimikroba (<i>S. aureus</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>Streptococcus sp</i> , <i>S. typhi</i> , <i>E.coli</i>)

2.5.3 Senyawa Aktif *Aloe vera*

Tabel 2.4 Senyawa Aktif *Aloe vera*

Kelas	Senyawa
Antrakuinon	Aloe-emodin, asam aloetat, anthranol, aloin A dan B (barbaloin), isobarbaloin, emodin, dan ester asam cinnamat
Karbohidrat	Mannan murni, mannan terasetilasi, glukomannan terasetilasi, glukogalaktomannan, galaktan, galaktogalakturnan, arabinogalakatan, galaktoglukoarabinomannan, zat pectin, xylan, dan selulosa
Kromon	8-C-glukosil-(2'-O-cinnamoil)-7-O-methylaloediol A, 8-C-glukosil-(S)-aloesol, 8-C-glukosil-7-O-methyl-(S)-aloesol, 8-C-glukosil-7-O-methylaloediol, 8-C-glukosilnorengein, isoaloesin D, isorabakromon, and neoaloesin A
Enzim	Alkaline fosfatase, amilase, karboksipeptidase, katalase, cyclooxidase, cyclooxygenase, lipase, oxidase, fosfoenolpiruvat, karboksilase, and superoksida dismutase (SOD)
Mineral inorganik	Ca, Cl, Cr, Co, Fe, Mg, Mn, K,P, Na, dan Zn
Vitamin	B1, B2, B6, C, E, dan asam folat
Zat campuran lain, termasuk senyawa organik dan lemak	Asam arachidonat, asam γ -linolenat, steroid (campesterol, kolesterol, β -sitosterol, trigliserida, triterpenoid, gibberellin, lignin, kalium sorbat, β -carotene, dan kolin
Asam amino	Alanin, arginin, asam aspartat, asam glutamat, glisin, histidin, hidrosiprolin, isoleusine leusin, lisin, methionin, fenilalanin, prolin, threonin, tirosin, and valin
Protein	Lectin
Sakarida	Mannosa, glukosa, L-rhamnosa, and aldopentosa

(Hamman, 2008).

2.5.3 Mekanisme Tindakan Penyembuhan

Glukomanan, sebuah polisakarida kaya mannose, dan giberelin (hormon pertumbuhan) menstimulasi *epidermal growth factor (EGF)*, meningkatkan ekspresi dan berinteraksi dengan faktor pertumbuhan serta reseptornya, sehingga merangsang aktivitas dan proliferasi fibroblast serta migrasinya ke ruang luka, yang selanjutnya secara signifikan meningkatkan sintesis kolagen dan proteoglikan pada terapi topikal dan oral *Aloe vera*. Aloe gel tidak hanya meningkatkan konten kolagen dari luka tetapi juga mengubah komposisi kolagen (lebih tipe III) dan peningkatan derajat kolagen silang. Karena ini, kontraksi luka dipercepat dan meningkatkan kekuatan jaringan (Hamman, 2008).

Aloe vera memiliki sejarah panjang sebagai tanaman obat dengan aplikasi terapi yang beragam. Perbedaan komposisi tanaman karena lokasi geografis serta perbedaan dalam metode ekstraksi gel dan teknik persiapan sampel telah memberikan kontribusi untuk perbedaan dalam hasil yang diperoleh dari banyak studi dalam hal komposisi kimia dan aktivitas biologis gel *Aloe vera*. Meskipun beberapa indikasi yang ditemukan bahwa polisakarida tertentu efektif saat diuji untuk suatu aktivitas biologis tertentu, tampaknya hal tersebut merupakan hasil dari efek kombinasi senyawa pada *Aloe vera* yang bermanfaat bagi kesehatan (Hamman, 2008).

Berdasarkan hasil penelitian dalam jurnal *Aloe vera attenuated gastric injury on indomethacin-induced gastropathy in rats*, *Aloe vera* dapat menurunkan kadar *Malondialdehyde* (MDA) yaitu ($P = 0.000$) (Werawatganon D, 2014).

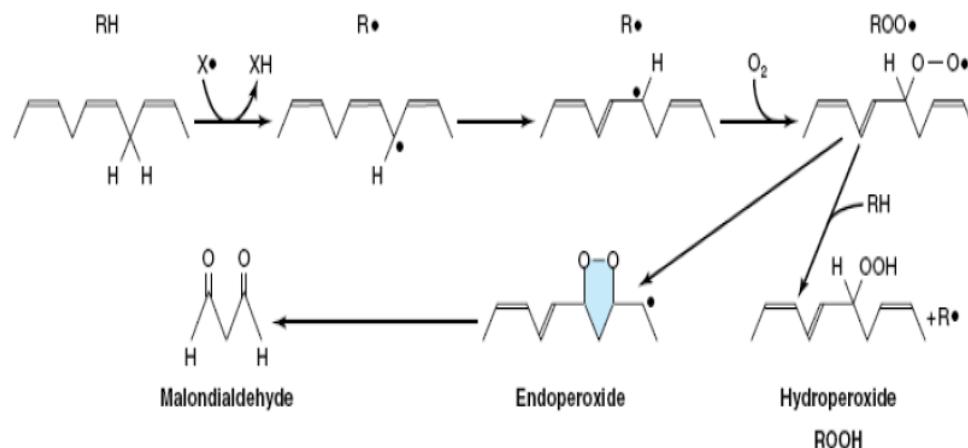
2.6. *Malondialdehida* (MDA)

Malondialdehida (MDA) adalah produk akhir yang terbentuk selama peroksidasi lipid disebabkan karena degradasi fosfolipid membran sel. MDA dilepaskan ke ruang ekstraselular dan akhirnya masuk ke dalam darah. MDA ini telah digunakan sebagai biomarker yang efektif oksidasi lipid (Lorante *et al*, 2015). Terakumulasinya MDA merupakan indikator awal mekanisme kerusakan sel dan jaringan (Salvayre *et al*, 2010).

2.6.1 Proses Pembentukan *Malondialdehida* (MDA)

Proses pembentukan MDA melalui ikatan rangkap dua (ikatan ganda C=C) dari *Polyunsaturated fatty acids* (PUFA) yang merupakan target utama radikal hidroksil. Adanya ikatan rangkap dua (C=C) melemahkan ikatan antara karbon dan hidrogen sehingga memudahkan radikal hidroksil dalam mengabstraksi atom hidrogen dari PUFA. Tahap awal peroksidasi lipid (PUFA) (RH) adalah abstraksi atom hidrogen oleh radikal hidroksil sehingga terbentuk radikal lipid. Selanjutnya Radikal lipid merupakan molekul yang sangat tidak stabil sehingga dapat bereaksi dengan O₂ membentuk radikal peroksil lipid (ROO) (Aulanni'am, 2011).

Peroksidase lipid dapat merusak struktur membran, menyebabkan perubahan permeabilitas, menghambat proses metabolik dan perubahan transport ion (Patrick, 2006).



(Aulanni'am,2011).

Gambar 2.1

Pembentukan MDA

Reaksi pembentukan MDA melalui perioksidasi lipid (PUFA) yaitu dengan cara PUFA yang bereaksi dengan radikal hidroksil lalu menghasilkan radikal lipid selanjutnya terjadi reaksi berantai sampai terbentuknya *Endoperoxide* dan hasil akhir reaksinya MDA.

2.6.2 Pengukuran *Malondialdehida* (MDA)

Analisis radikal bebas dengan menggunakan pengukuran kadar MDA merupakan analisis secara tidak langsung dan cukup mudah, mengingat analisis radikal bebas secara langsung sulit untuk dilakukan karena radikal radikal ini sangat tidak stabil. Radikal bebas dapat dengan mudah merebut elektron senyawa lain agar mencapai kestabilan. Reaksi ini umumnya berlangsung sangat cepat sehingga pengukurannya sulit bila diukur dalam bentuk senyawa radikal bebas (Winarsi, 2007). Kadar MDA diukur dengan menggunakan metode TBARS (*Thiobarbituric acid reactive substance*), dengan dasar reaksi MDA terhadap asam tiobarbiturat dan selanjutnya dinilai menggunakan Spektrofotometer (Janero, 2001).